

**МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ  
ДОСЛІДЖЕННЯ ПЕРЕХІДНОГО ПРОЦЕСУ  
ФАРБОДРУКАРСЬКОЇ СИСТЕМИ МАШИНИ  
HEIDELBERG GTO-52-2/-P**

*Розроблено математичну модель та побудовано симулятор фарбодрукарської системи машини Heidelberg GTO-52-2/-P. Проведений порівняльний аналіз результатів симулювання та експериментального дослідження.*

*In this article was developed the mathematical model and the inking unit simulator of the printing press Heidelberg GTO-52-2/-P. The results of simulation were compared with the experimental research.*

**1. ФОРМУЛЮВАННЯ ПРОБЛЕМИ**

На даний час досить детально вивчені проблеми розподілу фарби у фарбовій системі друкарських машин в умовах усталеного режиму їх роботи [1], [2], [3]. Але набагато складнішою і не менш актуальною проблемою є отримання чітких уявлень про розподіл фарби у фарбових системах в умовах перехідних процесів. Процес передачі фарби будь-яким елементом фарбової системи може бути представлений з допомогою різницевих рівнянь або дискретних перетворень Лапласа у вигляді z-перетворень, які описують динаміку дискретних процесів. Але при аналітичному дослідженні перехідних процесів фарбових систем друкарських машин використання математичного апарату дискретного перетворення викликає великі труднощі, так як вимагає вирішення надзвичайно складної системи рівнянь з різними періодами дискретності. Такі дослідження можна проводити тільки з використанням комп'ютерної техніки.

Тому створення математичних моделей фарбових систем зручних для комп'ютерного симулювання є актуальною задачею.

---

<sup>1</sup> Українська академія друкарства

## 2. АНАЛІЗ ПУБЛІКАЦІЙ, ПОВ'ЯЗАНИХ З ДАНОЮ ПРОБЛЕМОЮ

При пуску друкарської машини або після переналагодження фарбодрукарської системи товщина шару фарби, а відповідно і її кількість, яка передається на відбиток, відрізняється від кількості фарби, що подається передавальним валіком у фарбову систему. З часом між ними настає рівновага, так званий квазістаціонарний стан. Вихід фарбодрукарської системи на усталений режим роботи після пуску друкарської машини або перехід в новий стан рівноваги після регулювання називається перехідним процесом. Отже, при переході від одного усталеного режиму до іншого кількість фарби, що знаходиться у фарбовій системі буде змінюватись за кожний оберт формного циліндра. Методи розрахунку кількості циклів роботи друкарської машини, які забезпечують вихід фарбодрукарської системи на усталений режим, представлені в публікаціях [4], [5]. В роботі [4] для визначення часу перехідного процесу потрібно проводити денситометричні вимірювання. В публікації [5] представлений вираз для визначення часу перехідного процесу тільки для послідовної фарбової системи.

За останні роки опубліковано значну кількість праць, які дають можливість не тільки визначати час перехідного процесу, а й здійснювати дослідження різних фарбових систем в динаміці, враховуючи при цьому не тільки колове, а й осьове розкочування фарби [6], [7]. Для використання отриманих результатів на практиці потрібно мати інформацію про достовірність відтворення фізичних процесів, що протікають при розкочуванні і передачі фарби. Побудова фізичних моделей для перевірки їх математичних аналогів вимагає великих матеріальних затрат. Тому в даній роботі пропонується створити математичну модель фарбодрукарської системи машини Heidelberg GTO 52-2/-P та порівняти результати моделювання з результатами, отриманими експериментальним шляхом.

## 3. МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФАРБОДРУКАРСЬКОЇ СИСТЕМИ

Розглянемо дане питання на прикладі фарбової систем із чотирма накочувальними валіками, яка відповідає фарбовій системі друкарської машини Heidelberg GTO 52-2/-P.

Фарбодрукарська система, яка представлена на Рис.1, складається з дев'ятнадцяти елементів – дукторного циліндра ДЦ, передавального валіка ПВ, розтиральних циліндрів і еластичних валіків 1-9, буферного валіка 4b, чотирьох накочувальних валіків 10-13, формного ФЦ, офсетного ОЦ та друкарського циліндрів.

Товщина шару фарби задається регулювальним гвинтом РГ, а ширина – кутом повороту дукторного циліндра ДЦ за один цикл роботи передавального валика ПВ. Коливаючись, передавальний валик здійснює передачу фарби як в прямому напрямку від ДЦ до розкочувального валика 1, так і в зворотному. У розкочувальній групі в зонах контакту валиків 1-9 шари фарби сумуються і діляться з певним коефіцієнтом при виході з цих зон. В результаті утворюються прямі і зворотні потоки фарби. Чотири накочувальні валики 10-13 наносять шар фарби на форму, закріплену на формному циліндрі ФЦ. За допомогою офсетного циліндра ОЦ фарба з форми передається на папір П, який проходить між офсетним та друкарським циліндрами.

При побудові моделі робимо наступні припущення: поверхні елементів фарбової системи умовно розділені на шістнадцять зон передачі фарби в напрямку від входу фарбової системи до її виходу; кількість зон відповідає кількості зон регулювання подачі фарби, яких в ГТО 52-2/-Р є шістнадцять; передавальний валик здійснює один цикл роботи за час одного оберту формного циліндра; лінійні швидкості поверхонь елементів фарбодрукарської системи рівні між собою; тиск у зонах контакту валиків, формного, офсетного та друкарського циліндрів є сталими; довжини кіл валиків і циліндрів поділені на ціле число умовних одиниць, яке дорівнює довжині кіл відповідних валиків і циліндрів реальної друкарської офсетної машини в міліметрах; час проходження шляху в один міліметр відповідає одній відносній одиниці; проковзування між елементами фарбової системи відсутнє.

На підставі публікацій [7], [8] та прийнятих припущень, складаємо за схемою фарбової системи її математичну модель.

$$\begin{aligned}
 h_0(z) &= P_g(z)h_{d_0}(z); & x_n(z) &= h_0(z) + l_{d_n}(z); \\
 h_{n_d}(z) &= \alpha_{n_0} z^{-P_n} x_n(z); & l_{d_0}(z) &= \gamma_{n_0} x_n(z); \\
 h_{n_{d\Sigma}}(z) &= h_{n_d}(z) + \overline{P_p}(z) z^{-R_z} h_{n_1}(z); \\
 l_{n_d}(z) &= P_g(z) z^{-r_n} h_{n_{d\Sigma}}(z); \\
 l_{n_{d\Sigma}}(z) &= l_{n_d}(z) + \overline{P_p}(z) z^{-R_z} l_{n_1}(z); \\
 l_{d_n}(z) &= P_g(z) l_{n_{d\Sigma}}(z); & h_{n_{1\Sigma}}(z) &= \overline{P_g}(z) z^{-P_z} h_{n_d}(z) + h_{n_1}(z); \\
 h_{1_n}(z) &= P_p(z) h_{n_{1\Sigma}}(z); \\
 l_{n_1}(z) &= P_p(z) \gamma_1 z^{-r_n} x_1(z); & l_{n_{1\Sigma}}(z) &= l_{n_1}(z) + \overline{P_g} z^{-P_z} l_{n_d}; \\
 h_{n_1}(z) &= P_p(z) z^{-P_n} l_{n_{1\Sigma}}(z); & x_1(z) &= h_{n_1}(z) + l_1(z);
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
h_1(z) &= (P_p \alpha + \overline{P_p}) z^{-P_1} x_1(z); \\
P_g(z) &= \frac{1 - z^{-b_d}}{1 - z^{-d_f}}, \quad P_p(z) = \frac{z^{-(b_d + P_z)} - z^{-(d_f - R_z)}}{1 - z^{-d_f}}; \\
x_2(z) &= h_1(z) + l_2(z); \quad l_1(z) = \gamma_2 z^{-r_1} x_2(z); \quad h_2(z) = \alpha_2 z^{-P_2} x_2(z); \\
x_3(z) &= h_2(z) + l_3(z); \quad l_2(z) = \gamma_3 z^{-r_2} x_3(z); \quad h_3(z) = \alpha_3 z^{-P_3} x_3(z); \\
x_4(z) &= h_3(z) + l_4(z); \quad l_3(z) = \gamma_4 z^{-r_3} x_4(z); \tag{1} \\
h_{4,1}(z) &= \alpha_4 z^{-P_{4,1}} x_4(z); \quad x_{4,b}(z) = h_{4,1}(z) + l_{4,b}(z); \quad h_{4,2}(z) = \alpha_{4,1} z^{-P_{4,2}} x_{4,b}(z); \\
l_{4,b}(z) &= \gamma_{4,1} z^{-r_{4,b}} x_{4,b}(z); \quad x_5(z) = h_{4,2}(z) + l_{5,3}(z); \quad h_5(z) = \alpha_5 z^{-P_5} x_5(z); \\
l_4(z) &= \gamma_5 z^{-r_4} x_5(z); \quad x_6(z) = h_5(z) + l_6(z); \quad l_{5,1}(z) = \gamma_6 z^{-r_{5,1}} x_6(z); \\
h_6(z) &= \alpha_6 z^{-P_6} x_6(z); \quad x_7(z) = h_6(z) + l_{7,3}(z); \quad h_7(z) = \alpha_7 z^{-P_7} x_7(z); \\
l_6(z) &= \gamma_7 z^{-r_6} x_7(z); \quad x_8(z) = h_7(z) + l_8(z); \quad h_8(z) = \alpha_8 z^{-P_8} x_8(z); \\
l_{7,1}(z) &= \gamma_8 z^{-r_{7,1}} x_8(z); \quad x_9(z) = h_8(z) + l_{9,2}(z); \quad h_9(z) = \alpha_9 z^{-P_9} x_9(z); \\
l_8(z) &= \gamma_9 z^{-r_8} x_9(z); \quad x_{10}(z) = h_9(z) + l_{10}(z); \quad h_{10}(z) = \alpha_{10} z^{-P_{10}} x_{10}(z); \\
l_{9,1}(z) &= \gamma_{10} z^{-r_{9,1}} x_{10}(z); \quad x_{f_{10}}(z) = h_{10}(z) + h_{f_{11}}(z); \quad h_{f_{10}}(z) = \alpha_{f_{10}} z^{-P_{f_4}} x_{f_{10}}(z) F_{f_4}(z); \\
l_{10}(z) &= \gamma_{f_{10}} z^{-r_{f_{10}}} x_{f_{10}}(z) F_{f_4}(z); \quad x_{11,1}(z) = l_{9,1}(z) + l_{11}(z); \quad l_{9,2}(z) = \gamma_{11,1} z^{-r_{9,2}} x_{11,1}(z); \\
h_{11,1}(z) &= \alpha_{11,1} z^{-P_{11,1}} x_{11,1}(z); \quad x_{11,2}(z) = h_{11,1}(z) + l_{7,1}(z); \quad h_{11,2}(z) = \alpha_{11,2} z^{-P_{11,2}} x_{11,2}(z); \\
l_{7,2}(z) &= \gamma_{11,2} z^{-r_{7,2}} x_{11,2}(z); \quad x_{f_{11}}(z) = h_{11,2}(z) + h_{f_{12}}(z); \quad h_{f_{11}}(z) = \alpha_{f_{11}} z^{-P_{f_3}} x_{f_{11}}(z) F_{f_3}(z); \\
l_{11}(z) &= \gamma_{f_{11}} z^{-r_{f_{11}}} x_{f_{11}}(z) F_{f_3}(z); \quad x_{12,1}(z) = l_{7,2}(z) + l_{12}(z); \quad h_{12,1}(z) = \alpha_{12,1} z^{-P_{12,1}} x_{12,1}(z); \\
l_{7,3}(z) &= \gamma_{12,1} z^{-r_{7,3}} x_{12,1}(z); \quad x_{12,2}(z) = h_{12,1}(z) + l_{5,1}(z); \quad h_{12,2}(z) = \alpha_{12,2} z^{-P_{12,2}} x_{12,2}(z); \\
l_{5,2}(z) &= \gamma_{12,2} z^{-r_{5,2}} x_{12,2}(z); \quad x_{f_{12}}(z) = h_{12,2}(z) + h_{f_{13}}(z); \quad h_{f_{12}}(z) = \alpha_{f_{12}} z^{-P_{f_2}} x_{f_{12}}(z) F_{f_2}(z); \\
l_{12}(z) &= \gamma_{f_{12}} z^{-r_{f_{12}}} x_{f_{12}}(z) F_{f_2}(z); \quad x_{13}(z) = l_{13}(z) + l_{5,2}(z); \quad h_{13}(z) = \alpha_{13} z^{-P_{13}} x_{13}(z); \\
l_{5,3}(z) &= \gamma_{13} z^{-r_{5,3}} x_{13}(z); \quad x_{f_{13}}(z) = h_{13}(z) + l_f(z); \quad h_{f_{13}}(z) = \alpha_{f_{13}} z^{-P_{f_1}} x_{f_{13}}(z) F_{f_1}(z); \\
l_{13}(z) &= \gamma_{f_{13}} z^{-r_{f_{13}}} x_{f_{13}}(z) F_{f_1}(z); \quad x_{g_f}(z) = h_{f_{10}}(z) + l_{g_f}(z); \quad h_{g_f}(z) = \alpha_{g_f} z^{-P_{g_f}} x_{g_f}(z); \\
l_f(z) &= \gamma_{g_f} z^{-r_f} x_{g_f}(z); \quad x_c(z) = h_{g_f}(z); \quad h_c(z) = \beta x_c(z); \quad l_{g_f}(z) = (1 - \beta) z^{-r_{g_f}} x_c(z),
\end{aligned}$$

де  $h_0(z), h_{nd}(z), h_{nd_{\Sigma}}(z), h_{n1_{\Sigma}}(z), h_{1n}(z), h_i(z), h_{f10}(z), h_{f11}(z),$   
 $h_{f12}(z), h_{f13}(z), h_{of}(z)$  – товщини прямих потоків фарби на поверхні ва-  
 ликів (циліндрів) при виході з зон їх контакту;  $h_{d0}(z)$ , – товщина шару  
 фарби на поверхні дукторного циліндра при виході зі щілини між но-  
 жем і циліндром;  $h_c(z)$  – товщина шару фарби на виході фарбодрукар-  
 ської системи;  $l_{dn}(z), l_{d0}(z), l_{nd}(z), l_{nd_{\Sigma}}(z), l_{n1}(z), l_{n1_{\Sigma}}(z),$   
 $l_{f10}(z), l_{f11}(z), l_{f12}(z), l_{f13}(z), l_i(z), l_f(z), l_{of}(z)$  – товщини зворот-  
 нних потоків фарби на валиках (циліндрах) при виході з їх зон контак-  
 ту;  $x_n(z), x_i(z), x_{f10}(z), x_{f11}(z), x_{f12}(z), x_{f13}(z), x_{of}(z),$   
 $x_c(z)$  – товщини фарби в зонах контакту валиків і циліндрів;  $p_i, r_i$  –  
 час транспортування прямих і зворотних потоків фарби поверхнею  
 валиків (циліндрів) у відносних одиницях;  $\alpha_i, \gamma_i$  – коефіцієнти пе-  
 редачі відповідно прямих і зворотних потоків фарби при виході з зон  
 контакту валиків та циліндрів;  $\beta$  – коефіцієнт передачі фарби з офсе-  
 тного циліндра на матеріал;  $P_g(z), P_p(z)$  – оператори формування  
 процесу передачі під час спільного руху передавального валика з дук-  
 торним циліндром та першим розкочувальним валиком;  $b_d$  – час по-  
 вороту дукторного циліндра який відповідає певній ширині смуги у  
 відносних одиницях;  $\overline{P}_g(z), \overline{P}_p(z)$  – інверсні значення операторів;  
 $P_z$  – час вистою передавального валика біля дукторного циліндра в  
 сумі з часом його переміщення до першого розкочувального валика у  
 відносних одиницях;  $R_z$  – час переміщення валика в зворотному на-  
 прямку до дукторного циліндра в сумі з часом вистою до початку по-  
 вороту дукторного циліндра у відносних одиницях;  $d_f$  – час циклу  
 роботи передавального валика, який відповідає часу одного оберту  
 формного циліндра у відносних одиницях, тобто довжині кола цилінд-  
 ра;  $F_{f1}(z), F_{f2}(z), F_{f3}(z), F_{f4}(z)$  – оператори передачі фарби друкарсь-  
 кою формою, які описуються наступним чином:

$$F_{f1}(z) = \frac{1 - z^{-(d_f - l_p)}}{1 - z^{-d_f}}; \quad F_{f2}(z) = z^{-p_{f1}} F_{f1}(z);$$

$$F_{f3}(z) = z^{-(p_{f1} + p_{f2})} F_{f1}(z); \quad F_{f4}(z) = z^{-(p_{f1} + p_{f2} + p_{f3})} F_{f1}(z), \quad (2)$$

де  $l_p$  – довжина виймки формного циліндра.

На підставі математичної моделі (1) фарбової системи та її схеми, яка подана на Рис.1, будуюмо структурну схему симулятора фарбодрукарської системи в середовищі Matlab Simulink (Рис.2).

#### 4. РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ

Під час моделювання геометричні розміри фарбодрукарської системи машини GTO 52-2/-P задаємо через відповідні транспортні запізнення при передачі прямих і зворотних потоків фарби  $p_i, r_i, p_n,$

$r_n, p_{fi}, r_f, p_{of}, r_{of}$ . Осьовий хід розтиральним циліндрам не надається. Значення коефіцієнтів передачі фарби в зонах контакту  $i$  елементів фарбодрукарської системи  $\alpha_i, \gamma_i, \alpha_{fj}, \gamma_{fj}, \alpha_{of}, \gamma_{of}$  задаємо в межах від 0,45 до 0,55, а коефіцієнт передачі фарби з поверхні офсетного циліндра на папір  $\beta = 0,7$ .

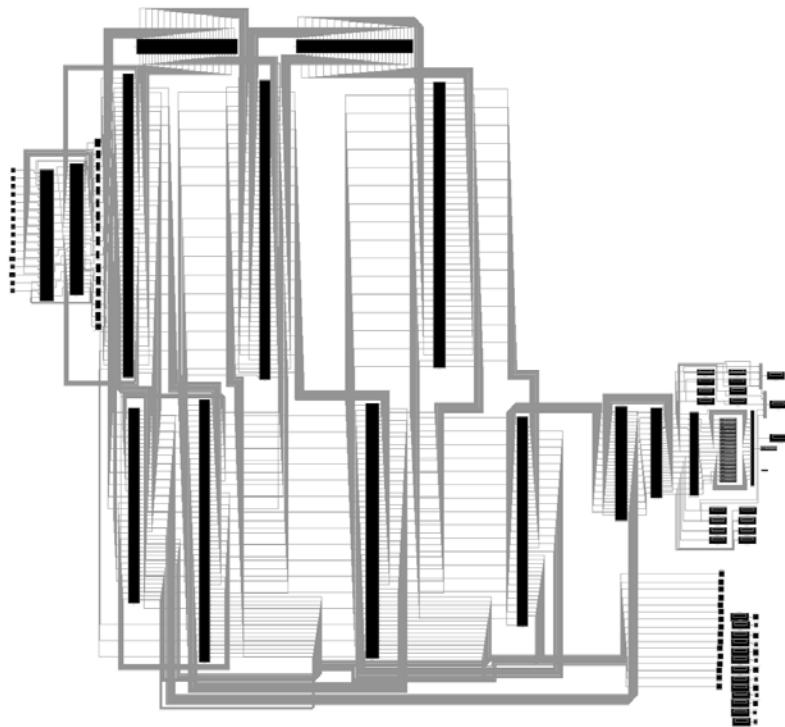


Рис.2. Структурна схема симулятора фарбодрукарської системи Heidelberg GTO 52-2/-P в середовищі Matlab Simulink

Дослідимо характер перехідного процесу фарбодрукарської системи при різних завданнях. Для цього задаємо ширину смуги подачі фарби  $b_d = 45 \text{ } \mu\text{m}$ , яка відповідає максимальному значенню ширини смуги подачі фарби на реальній машині. Оскільки осьовий хід розгиральним циліндрам не надається, то перерозподіл фарби між зонами не відбуватиметься. Товщину шару фарби на вході фарбодрукарської системи задаємо наступним чином: в першій зоні –  $h_{d0} = 20 \text{ } \mu\text{m}$ , а в наступних зонах збільшуємо товщину на  $10 \text{ } \mu\text{m}$  до значення  $h_{d0} = 100 \text{ } \mu\text{m}$ . Провівши моделювання отримуємо результати у вигляді графіків, які представлені на Рис.3 та Рис.4.

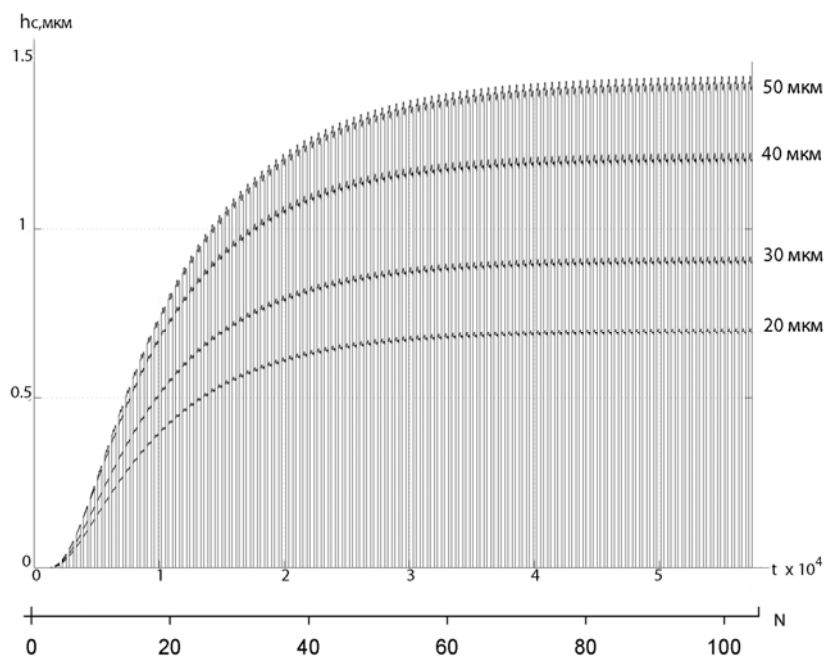


Рис. 3. Графіки перехідних процесів моделі фарбодрукарської системи Heidelberg GTO 52 у середовищі Matlab Simulink для різних  $h_{d0}$

По осі абсцис відкладено час роботи машини  $t$  у відносних одиницях. Для отримання кількості відбитків  $N$ , потрібно час розділити на тривалість одного оберту формного циліндра. На графіках представле-



ний процес зміни товщини шару фарби на матеріалі, що задруковується при імітації друку накладом 100 відбитків.

Як бачимо, час виходу фарбодрукарської системи на квазіусталений режим роботи не залежить від завдання. Слід також відзначити, що характер перехідного процесу не описується з стовідсотковою точністю експоненціальним законом. Для перевірки відповідності запропонованої моделі реальній фарбодрукарській системі машини GTO-52, проводимо її експериментальне дослідження.

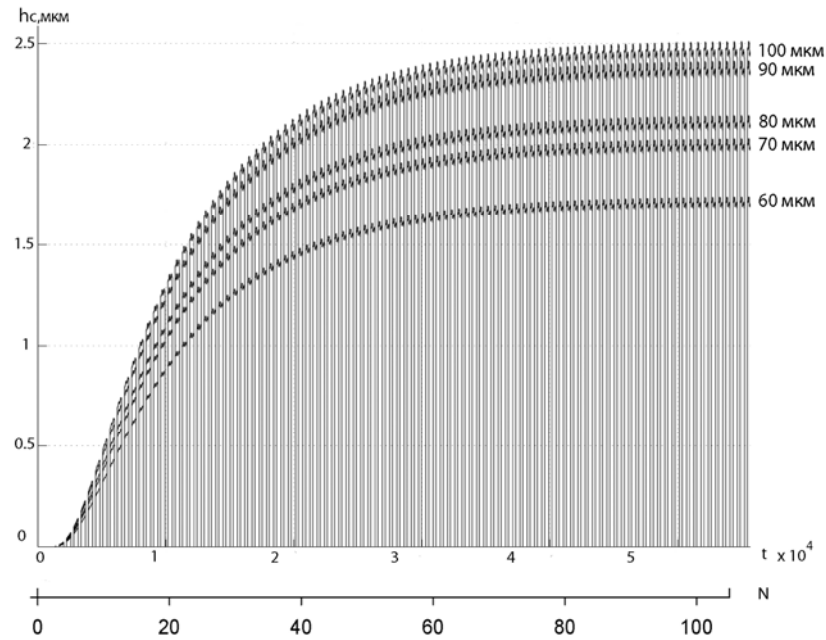


Рис. 4. Графіки перехідних процесів моделі фарбодрукарської системи Heidelberg GTO 52 у середовищі Matlab Simulink для різних  $h_{d0}$

## 5. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ ФАРБОДРУКАРСЬКОЇ СИСТЕМИ

На реальній друкарській машині фірми Heidelberg GTO 52-2/ -P відключаємо осьовий привод розтиральних циліндрів. Задаємо максимальну ширину смуги подачі фарби  $b_d = 45 \text{ мм}$ , що відповідає максимальному ходу дукторного циліндра за цикл роботи машини і за допомогою набору щупів №1 кл 2, задаємо величину щілини між дукторним циліндром і ножом у відповідних зонах наступним чином: в пер-

шій зоні  $h_{d0} = 20$  мкм, а в наступних зонах збільшуємо товщину на 10 мкм до значення  $h_{d0} = 100$  мкм. Після цього подаємо одночасно команди на подачу аркушів та друк і, віддрукувавши 150 відбитків, зупиняємо машину. Нумеруємо отримані відбитки та проводимо денситометричні заміри приладом XRite Spectrodensitometr 500 series у всіх зонах посередині кожного відбитка, окремі результати яких представлені в Таблиці 1.

Таблиця 1

№ відбитка	Оптична щільність відбитків при різних завданнях товщини шару фарби на вході фарбової системи								
	20, мкм	30, мкм	40, мкм	50, мкм	60, мкм	70, мкм	80, мкм	90, мкм	100, мкм
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03
4	0,01	0,01	0,01	0,02	0,06	0,09	0,08	0,08	0,09
5	0,01	0,01	0,02	0,04	0,16	0,2	0,19	0,19	0,2
6	0,01	0,03	0,05	0,09	0,27	0,34	0,33	0,33	0,35
7	0,03	0,07	0,1	0,18	0,43	0,49	0,48	0,46	0,49
8	0,05	0,12	0,18	0,28	0,53	0,6	0,6	0,59	0,62
9	0,1	0,19	0,27	0,37	0,6	0,71	0,71	0,7	0,73
10	0,16	0,25	0,34	0,48	0,76	0,84	0,82	0,81	0,85
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
91	1,44	1,72	1,99	2,25	2,58	2,64	2,58	2,61	2,67
92	1,44	1,73	2	2,26	2,58	2,64	2,62	2,65	2,72
93	1,44	1,73	1,99	2,26	2,58	2,64	2,62	2,65	2,69
94	1,44	1,73	1,99	2,27	2,58	2,64	2,63	2,64	2,71
95	1,44	1,73	1,99	2,26	2,58	2,64	2,62	2,65	2,71
96	1,44	1,71	2	2,25	2,57	2,64	2,63	2,65	2,71
97	1,44	1,73	2	2,24	2,57	2,65	2,63	2,63	2,69
98	1,44	1,73	2	2,23	2,59	2,64	2,59	2,65	2,67
99	1,44	1,72	1,99	2,21	2,57	2,65	2,6	2,65	2,69
100	1,45	1,72	2	2,23	2,57	2,65	2,58	2,64	2,71

Для більшої зручності і наочності результати вимірювання подаємо у вигляді графіків на Рис.5.

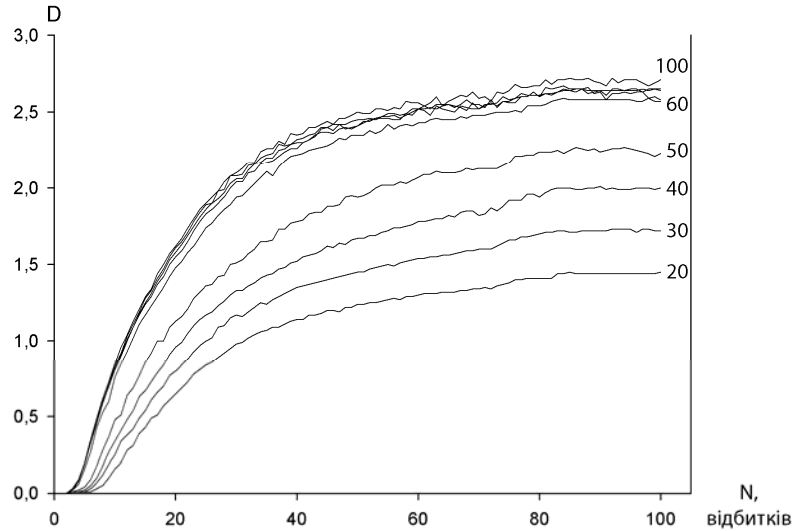


Рис.5. Графіки переходних процесів оптичних щільностей у фарбодрукарській системі Heidelberg GTO 52-2/-P для  $h_{d0}$  від 20 до 100 мкм

На підставі отриманих значень оптичних щільностей, спираючись на результати праць [4], [9], розраховуємо товщину шару фарби на відбитках за наступним виразом:

$$H(D) = \frac{\ln\left(1 - \frac{D}{D_m}\right)}{\alpha} \quad (3)$$

де  $H$  – товщина фарби;  $D$  – оптична щільність;  $D_m = 2,9896435$  – максимальне значення оптичної щільності;  $\alpha = -0,959722$  – коефіцієнт, який залежить від типу фарби, її кольору й паперу.

Результати обчислень представлені у вигляді графіків на Рис.6.

Як бачимо, на Рис.6 зі збільшенням завдання товщини шару фарби на вході фарбодрукарської системи спостерігається зростання нерівномірності товщини шару фарби на відбитках, навіть при квазіусталеному режимі її роботи.

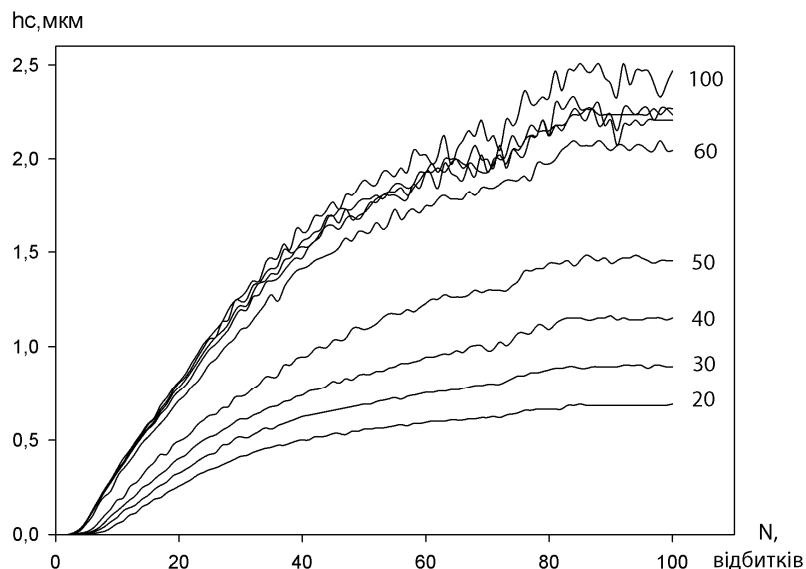


Рис. 6. Графіки переходних процесів товщин шарів фарби на виході фарбодрукарської системи Heidelberg GTO 52-2/-P для  $h_{d0}$  від 20 до 100 мкм

## 6. ВИСНОВКИ

Вперше розроблено математичну модель фарбодрукарської системи машини Heidelberg GTO 52-2/-P, що описує процес подачі, розкочування та передачі фарби на відбитки.

На базі математичної моделі побудовано її симулятор в середовищі Matlab Simulink, який дає можливість досліджувати процес розкочування і передачі фарби та виходу фарбодрукарської системи на усталений режим.

Проведено експериментальне дослідження переходного процесу фарбодрукарської системи машини GTO 52-2/-P, в результаті якого виявлено зростання нерівномірності товщини шару фарби на виході фарбової системи зі збільшенням завдання. Тому, як видно з Рис.6, бажано налагоджувати фарбодрукарську систему таким чином, щоб товщина шару фарби на відбитках не перевищувала 1,5 мкм.

Встановлено достатній рівень відповідності розробленої моделі реальній фарбодрукарській системі, оскільки товщини шарів фарби на віртуальних і реальних відбитках відрізняються не суттєво.

Отримані результати можуть служити базою для подальшого вдосконалення і уточнення моделей фарбодрукарських систем.

1. Алексеев Г.В. Красочные аппараты ротационных машин высокой и плоской печати. – М.: Книга, 1980. – 184 с. 2. Верхола М. Аналіз розподілу потоків фарби між виходом і входом фарбової системи при різних способах подачі фарби // Комп'ютеризовані технології друкарства. Збірник наукових праць Української академії друкарства. 2002, №7. с. 13-27. 3. Верхола М., Гук І. Аналіз осьового розкочування фарби в усталеному режимі роботи фарбової системи // Комп'ютеризовані технології друкарства. Збірник наукових праць Української академії друкарства. 2005, №13. с. 14-34. 4. Раскин А.Н. и др. Технология печатных процессов. –М., Книга. 1989. – 389 с. 5. Луцків М., Верхола М., Гук І. Визначення часу перехідного процесу в фарбових апаратах друкарських машин //Комп'ютерні технології друкарства: Збірник наукових праць Української академії друкарства. – Львів, 1999 - №3 – с. 237 - 242. 6. Верхола М. І., Гук І. Б. Моделювання та визначення розподілу фарби в динаміці у фарбових системах з розтиральними циліндрами //Комп'ютерні технології друкарства: Збірник наукових праць Української академії друкарства. – Львів, 2006. – №16. – с.3-13. 7. Верхола М.І., Гук І.Б. Моделювання та визначення коефіцієнта передачі фарби передавальним валіком у фарбовій системі з розтиральним циліндром //Комп'ютерні технології друкарства: Збірник наукових праць Української академії друкарства. – Львів, 2009. - №21. с.39-52. 8. Верхола М.І., Бабінець В.М. Визначення коефіцієнта передачі фарби передаючим валіком та аналіз розподілу фарби між входом та виходом фарбової системи з трьома накочувальними валіками //Комп'ютерні технології друкарства: Збірник наукових праць Української академії друкарства. – Львів, 2008. - №20. с.3-24. 9. Луцків М., Малачівський П. Визначення товщини шару фарби на відбитку за оптичною щільністю // Комп'ютерні технології друкарства: Збірник наукових праць Української академії друкарства. – Львів, 2005. – №13. с. 306-311.